

1、目的

スポーツ現場では、選手がひざに手を置いてかがみながら休んでいる姿をよく目にすることがある。特に息の上がるような激しい運動後に頻繁にみられる。実際、「練習中もしくは試合中に息の上がるような激しい運動をした後、どのような体勢をとるか」というアンケート調査を体育科学生に行ったところ、92.6%(複数回答)の人がひざに手を置いてかがんだ状態をとることがあると答えている。また、アンケート調査によれば、ひざに手を置いてかがんだ状態をとる理由として、「なんとなく楽になるから」、「体全体が楽になるから」、「呼吸が楽になるから」などが主な理由として挙げられた。

このように、激運動後にひざに手を置いてかがんだ姿勢をとる人が多いにもかかわらず、この姿勢での運動回復過程についてあまり調べられていない。そこで本研究は、以下の2点を明らかにすることを研究目的とした。

- ①激運動後、ひざに手を置いてかがんだ状態をとると、どのような呼吸循環反応が起こるのか。
- ②激運動後、ひざに手を置いてかがんだ状態をとると、なぜ楽と感じるのか。

2、研究方法

(1) 運動プロトコール (下図参照)

安静	50W	100W	150W	THR160Ex	Recovery
2分	2分	2分	30秒	3分30秒	3分

健康な7名の男子大学生を被験者とし、2分間の椅座位安静の後、3段階の負荷強度で(50Wで2分、100Wで2分、150Wで30秒)ウォーミングアップ(W-up)運動を行ってもらった。ついで、心拍数(HR)が160拍に相当する作業負荷(THR160)で3分30秒間ペダリング運動を行ってもらった。ペダル回転数は60rpmを維持するよう指示した。

THR160の求め方として、安静終了直前、50W及び100W運動終了直前の各時点のHRと負荷強度(安静時の負荷強度は0Wとした)の間には直線関係が成立すると仮定し、その直線式から推定した。

3分30秒間のTHR160の運動後、被験者は自転車エルゴメータを降り、ひざに手を置いてかがんだ状態をとるBending法(写真1)、もしくは1分間に80

回の割合で軽く足踏みを行う Stepping 法 (写真 2) のいずれかの回復法で運動回復 (Recovery 期) を 3 分間行うよう指示した。Bending 法と Stepping 法は別の日の同一時間帯に順序不同で実施した。

なお、Bending 法の比較対照姿勢として静止立位姿勢が考えられたが、この姿勢ではかなりの血圧低下や悪心を示す被験者が予備実験の段階で見られたので (直立中に拡張した下肢筋血管内に血液が貯留し、静脈還流が低下したためと思われる)、この方法を止め、本実験では軽い足踏み運動を伴う立位姿勢 (Stepping 法) を対照姿勢とした。

(2) 測定方法 (主な測定項目のみ)

a) 身体のきつさ (RPE) 及び息苦しさ (Borg score)

身体のきつさの測定には 6 から 20 までの数値と説明文が書かれたスケールを見せ、また息苦しさの測定には 0 から 10 までの数値と説明文が書かれたスケールを見せ、その時の身体のきつさ及び息苦しさに相当する値を指で示してもらった。RPE 及び Borg score の測定は THR160 の運動開始 30 秒後から 1 分毎に回復期終了時までに行った。

b) 血圧

自動血圧計を用いて、上腕動脈の安静時及び運動時の収縮期血圧 (SBP)、拡張期血圧 (DBP) の測定を行い、平均血圧 (MBP) は以下の式から算出した。

$$MBP = DBP + (SBP - DBP) / 3$$

血圧の測定は実験開始から 1 分毎に実験終了時までに行った。

c) 心拍数 (HR)

心電図電極から取り込んだ心電図信号を心拍計を介してパーソナルコンピュータに取り込み、R 波の数より HR を計測した。

(3) 統計的処理

Recovery 期の値は運動終了直前値との差 (Δ) として表し、全被験者の平均値 \pm SEM (標準誤差) を計算した。Bending 法と Stepping 法の 2 回復方法間の差の検定には paired t-test を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

3、結果及び考察

(1) 身体のきつさ (RPE)

Recovery 期における RPE の低下 (Δ RPE) は全般的に Bending 法の方が Stepping 法よりも大きく、特に Recovery 期 1 分目においてそれは顕著であった (図 1)。RPE の大きさは呼吸循環系の活動の大きさと関係するといわれているので¹⁾、Recovery 期 1 分目の Δ RPE と呼吸循環パラメータの低下度との関係を調べた結果、両回復条件間の差は運動後の HR 低下 (Δ HR) の差と相関してい

た(図2)。この結果から運動後の身体のきつさはその時のHRレベルと関係していると考え、運動後かがみ姿勢の代わりに直立静止姿勢をとった場合には、下肢部への血液貯留→血圧低下→動脈圧受容器反射がより強く起こる結果、運動後のHR低下は抑制され、より高いHRレベルが持続し、運動後の身体のきつさもより強くより長く続くと予測される。したがって、1分間程かがみ姿勢をとることは運動後の身体のきつさの軽減に有効な方法であると結論づけることができる。

(2) 息苦しさ (Borg score)

運動後の息苦しさ感の低下(Δ Borg score)はBending法の方がStepping法よりやや大きい傾向にあったが(図3)、この方法間の差と息苦しさに関係する呼吸パラメータ(Δ 換気量、 Δ CO₂分圧)の方法間差との間には相関がみられなかった。したがって、Bending法が運動後の息苦しさ感の回復を多少速める効果があるとすれば、それは生理的变化によるものではなく、むしろ心理的变化によるものではないかと思われた。

(3) 平均血圧 (MBP)

図4はMBP(Δ ではなく絶対値)の結果である。運動後のMBPはBending法の方がStepping法より高いレベルにあった(図4)。運動後の軽運動は筋ポンプ作用により下肢血液の静脈還流を促し、運動後の急激な血圧低下を抑制する効果があり、特に激運動後によく起こる低血圧症による失神を予防する効果があるといわれている²⁾。MBPの結果は運動後の血圧低下を抑える効果がBending法においてもStepping法(軽運動)と同等かそれ以上にあることを示唆している。Bending法をとると、心臓と下肢部の距離の短縮→心臓への血流抵抗低下→静脈還流増加や、胸部と腹部が水平位となる→呼吸ポンプによる腹部血液の心臓への還流増加が起こり、その結果一回拍出量も多くなり、これがMBPの急激な低下を抑えるように作用していたと推測された。

4、結論

運動後にひざに手を置きながら休むということは身体のきつさの回復を促し、しかも失神を防止するという効果があり、クーリングダウンに匹敵する運動回復法であるということが本研究で明らかとされた。

参考文献

- 1) 浅見俊雄：体育の科学26(2). 128~132. 1976.
- 2) Takahashi T. : Eur.J.Appl.physiol. 305~311. 1998.

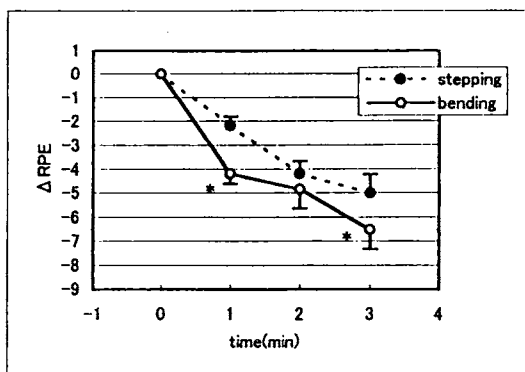


図1、Recovery期のΔRPEの変化
* $p < 0.05$: Stepping vs. Bending

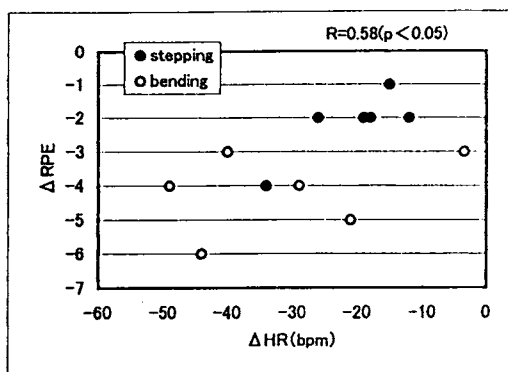


図2、Recovery期1分目のΔRPEとΔHRの関係

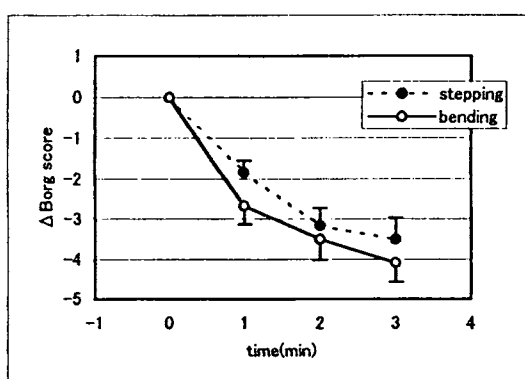


図3、Recovery期のΔBorg scoreの変化

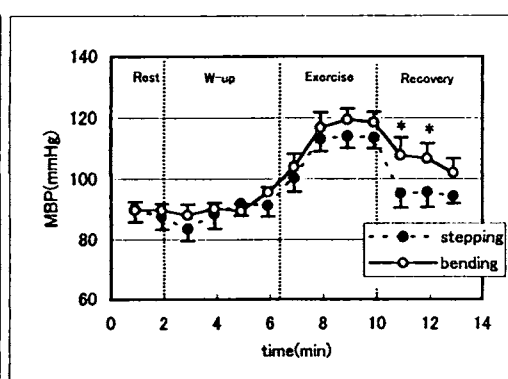


図4、安静時からRecovery期までのMBPの変化
* $p < 0.05$: Stepping vs. Bending

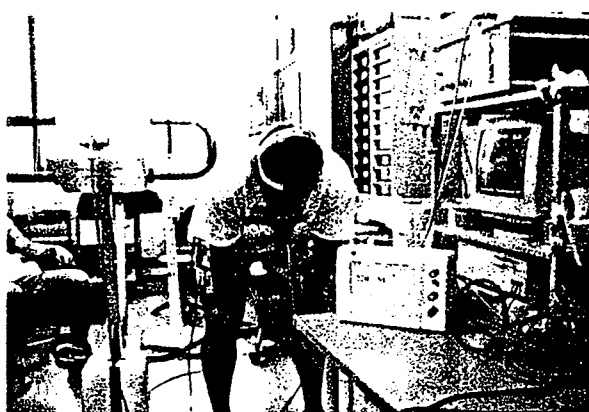


写真1、Bending法



写真2、Stepping法